

## СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

1. Дана функция распределения Максвелла:

$$f(t, \vec{r}, \vec{v}) = n_0 * \left( \frac{m}{2\pi k T_0} \right)^{3/2} * \exp\left(-\frac{mv^2}{2kT_0}\right)$$

Вычислить среднюю квадратичную скорость;  $\langle v^2 \rangle$

2. Дана функция распределения Максвелла - Больцмана:

$$f(t, \vec{r}, \vec{v}) = n_0 * \left( \frac{m}{2\pi k T_0} \right)^{3/2} * \exp\left(-\frac{mv^2}{2kT_0}\right)$$

Вычислить среднюю потенциальную энергию молекул газа.

3. Дано распределение Максвелла:

$$f(t, \vec{r}, \vec{v}) = n_0 * \left( \frac{m}{2\pi k T_0} \right)^{3/2} * \exp\left(-\frac{mv^2}{2kT_0}\right)$$

Вычислить наивероятнейшую скорость молекулы:

$v_m$ .

4. Дано распределение Максвелла:

$$f(t, \vec{r}, \vec{v}) = n_0 * \left( \frac{m}{2\pi k T_0} \right)^{3/2} * \exp\left(-\frac{mv^2}{2kT_0}\right)$$

Вычислить квадрат скорости молекул:  $\langle (\Delta v^2) \rangle = \langle (v - \langle v^2 \rangle) \rangle$

5. Дано распределение:

$$f(t, \vec{r}, \vec{v}) = A * \exp\left(-\frac{mv^2}{2kT_0}\right)$$

Вычислить нормировочную константу  $A$ .

6. Дана функция распределения  $F(t, \vec{r}, \vec{v})$ . Чему равна вероятность того, что произвольно взятая частица будет иметь координату и скорость в интервале:

$$[\vec{r}, \vec{r} + d\vec{r}], [\vec{v}, \vec{v} + d\vec{v}]$$

7. Построить фазовую траекторию частицы, движущейся свободно перпендикулярно двум зеркально отражающим стенкам. Расстояние между стенками равно  $a$ .
8. Построить фазовую траекторию частицы, движущейся вертикально вверх в гравитационном поле плоской Земли.
9. Построить семейство фазовых траекторий гармонического осциллятора.
10. Дана функция распределения  $F(t, \vec{r}, \vec{v})$ . Записать условие нормировки для нее. Пояснить его физический смысл.
11. Сформулируйте теорему о распределении энергии молекул по степеням свободы.
12. В чем состоит конденсация Ферми.
13. Найти число возможных размещений  $n$  неразличимых Ферми – частиц по  $k$  состояниям.
14. Найти число возможных размещений  $n$  неразличимых Бозе – частиц по  $k$  состояниям.
15. Вычислить работу и количество теплоты при изобарическом процессе.
16. Вычислить работу и количество теплоты при изотермическом процессе.
17. Вычислить работу и количество теплоты при изохорическом процессе.
18. Вычислить работу и количество теплоты при адиабатическом процессе.
19. Распределение Ферми по энергиям имеет вид:

$$n_i(E) = \left( \exp \left[ \frac{E_i - \mu}{kT} \right] + 1 \right)^{-1}$$

Построить график распределения для вырожденного газа при  $T \rightarrow 0$ .

20. Покажите что квазиравновесная функция распределения

$$f(t, \vec{r}, \vec{v}) = n(t, \vec{r}) \left( \frac{m}{2\pi kT(t, \vec{r})} \right)^{3/2} \exp\left( -\frac{m[\vec{v} - \vec{U}(t, \vec{r})]^2}{2kT(t, \vec{r})} \right)$$

удовлетворяет соотношению баланса столкновений:

$$f(t, \vec{r}, \vec{v}) f(t, \vec{r}, \vec{v}_1) - f(t, \vec{r}, \vec{v}') f(t, \vec{r}, \vec{v}'_1)$$

где вектора  $\vec{v}$  и  $\vec{v}_1$  – скорости частиц до, а  $\vec{v}'$  и  $\vec{v}'_1$  – после столкновений.

21. Перечислить три основных свойства энтропии.
22. Чему равно число степеней свободы линейной молекулы с одной жесткой связью?